

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN**

Penelitian ini menggunakan suatu pemodelan dalam menganalisis performansi dari algoritma *scheduling Proportional Fair* dan *User Grouping Proportional Fair* menggunakan parameter analisis berupa *average user throughput* dan *fairness*. Model simulasi yang diimplemetasikan dalam penelitian ini menggunakan program MatLab R2016a.

#### **3.2 ALUR PENELITIAN**

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu tahap studi literatur, tahap pembuatan simulasi, tahap pengujian simulasi, dan yang terakhir adalah tahap analisis dari hasil pengujian simulasi.

Pada tahap studi literatur, pertama memahami bagaimana konsep dasar *resource block* pada LTE. Lalu memahami konsep dasar *carrier aggregation* pada LTE *advanced*. Selanjutnya memahami konsep model propagasi baik okumura hata, COST 231 dan SUI. Kemudian memahami konsep CSI serta parameter-parameter yang diperlukan. Setelah itu memahami konsep algoritma *scheduling* PF dalam mendistribusikan RB kepada setiap *user*.

Pada tahap pembuatan simulasi menggunakan program MatLab R2016a, didalam aplikasi tersebut pertama membuat penebaran *user* sejumlah 50 dengan jarak dan sudut yang acak didalam cakupan 1 *cell* dengan radius cell 250 meter. Kemudian membuat fungsi CSI didalam MatLab sesuai pada konsep dasar CSI untuk menghitung nilai CSI pada setiap user dan setiap RB. Setelah itu membuat fungsi generate CSI untuk membangkitkan nilai CSI pada frekuensi 900 Mhz, 1800 Mhz dan 2300 Mhz sepanjang TTI. Kemudian membuat fungsi *user grouping* untuk mengelompokan user terlebih dahulu sebelum dilakukannya penjadwalan RB kepada *user*. Setelah itu membuat fungsi algoritma PF untuk mengalokasikan RB kepada *user* baik di algoritma PF asli maupun di algoritma UG-PF. Kemudian membuat fungsi untuk menghitung

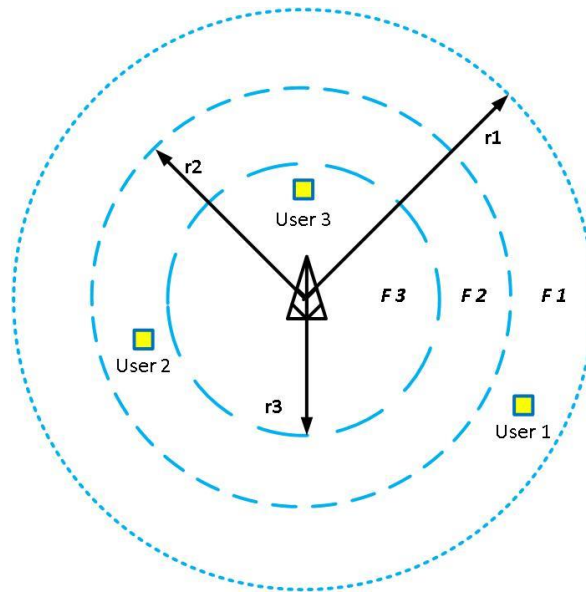
*average user throughput* yang didapat. Lalu membuat fungsi untuk menghitung nilai *fairness* yang diperoleh untuk mengetahui tingkat keadilan pembagian *resource* dan yang terakhir menampilkan nilai *average user throughput* dan *fairness* baik algoritma PF dan algoritma UG-PF dalam bentuk grafik pada MatLab.

Pada tahap pengujian simulasi yaitu simulasi pada program matlab diuji agar memperoleh grafik yang ingin diharapkan. Jumlah TTI akan mempengaruhi hasil grafik. Hasil generate CSI akan mempengaruhi nilai *average user throughput* dan *fairness* yang didapat. Pada tahap pengujian simulasi bertujuan agar algoritma PF bekerja sesuai dengan teori dan algoritma UG-PF dapat menghasilkan nilai *average user throughput* yang mencukupi dan tingkat keadilan *fairness* yang tinggi.

Kemudian pada tahap analisis hasil pengujian simulasi dilakukan analisis terhadap hasil grafik yang didapat dengan konsep dasar yang terdapat pada studi literatur. Analisis yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui dampak dari menggunakan algoritma UG-PF.

### **3.3 MODEL SISTEM**

Model sistem yang dibuat pada penelitian ini yaitu pada struktur *cell CA* menggunakan agregasi *carrier inter band CA* yaitu dengan *carrier* yang saling berjauhan dengan komponen *carrier f1* (900 Mhz), *f2* (1800 Mhz) dan *f3* (2300 Mhz). Kemudian menggunakan *Equal Power Allocation* (EPA) sehingga pada setiap komponen *carrier* memiliki daya *transmit* yang sama. Model struktur *cell* dapat dilihat pada Gambar 3.1. Pada frekuensi tinggi, karakteristik *fading* lebih besar daripada pada frekuensi rendah, maka dari itu *coverage f3* lebih kecil dari *f2* dan *coverage f1* lebih kecil dari *f2* karena *pathloss*-nya lebih besar.  $r_1$ ,  $r_2$  dan  $r_3$  merupakan batas *coverage* setiap komponen *carrier*. *User 1* berada diluar  $r_2$  dan  $r_3$ , hanya dapat dijadwalkan di *carrier f1*. Sementara *user 2* berada didalam  $r_1$  dan  $r_2$ , dapat dijadwalkan di *carrier f1* dan *f2*. Sedangkan *user 3* berada pada cakupan  $r_1$ ,  $r_2$  dan  $r_3$ , maka dapat dijadwalkan di ketiga *carrier f1*, *f2* dan *f3*.



Gambar 3. 1 Model struktur satu *cell*

Satu *cell* terdiri dari satu *macro cell* yang memiliki  $n$  *user* dan berada di daerah kota. Jumlah komponen *carrier* yang bisa di agregasi berjumlah  $L$  dan setiap komponen *carrier* memiliki *bandwidth* yang sama. Tiap komponen *carrier* memiliki  $v$  *resource block* (RB). Penggunaan *EPA power transmit* pada RB  $n$  adalah  $P(n) = PT/v$ . Sebuah kelompok *carrier* dapat didefinisikan seperti pada persamaan (3.1).

$$F = \{f_1, f_2, \dots, f_L\}, f_1 < f_2 < \dots < f_L \quad (3.1)$$

### 3.4 SISTEMATIKA SIMULASI

Pada penelitian ini algoritma yang diuji adalah algoritma *scheduling* PF dan algoritma *scheduling* UG-PF. Proses utama algoritma ini adalah membandingkan parameter sesaat pada *user* dengan parameter rata-rata pada *user*. Pengalokasian RB yaitu pada *user* dengan *user* dengan perbandingan yang mempunyai nilai paling besar. Performansi algoritma *scheduling* PF dan algoritma *scheduling* UG-PF akan dilihat performansinya dari dua parameter yaitu *average user throughput* dan *fairness*.

Tabel 3.1 Parameter Simulasi

Parameter	Keterangan
Jumlah TTI	500 TTI
Jumlah RB per TTI	25 RB
<i>Bandwidth per carrier</i>	5 Mhz
Jari-jari <i>cell</i>	250 m

<i>Layout cell</i>	<i>1 macro cell</i>
Frekuensi <i>carrier</i>	900 Mhz, 1800 Mhz dan 2300 Mhz
<i>Bandwidth Resource Block</i>	180 Khz
Model Propagasi	Okumura Hata, Cost 231 dan SUI
<i>Gain eNB</i>	18 dBi
<i>Gain UE</i>	0 dBi
<i>Noise Figure</i>	7 dB
<i>Power eNB</i>	46 dBm
<i>Penetration Loss</i>	20 dB
Tinggi eNB	30 m
Tinggi UE	1,5 m
Jumlah <i>user</i>	50 <i>user</i> dengan kelipatan 5
<i>Pathloss threshold</i>	100,5 dB sampai 105 dB dengan kelipatan 0,5

Proses simulasi dimulai dengan penebaran *user* di dalam cakupan *cell*. Lalu melakukan penghitungan CSI dari setiap *user* di setiap RB pada *timeslot* tertentu menggunakan sistem komunikasi yang terdiri dari *transmitter*, *receiver*, kanal *fading*, rugi-rugi di ruang bebas. Kemudian dilakukan pengelompokan *user* berdasarkan *pathloss user* pada setiap komponen *carrier*. Selanjutnya RB akan dialokasikan pada setiap *user* menggunakan algoritma *scheduling* PF dan UG-PF.

Dari algoritma *scheduling* tersebut akan dihitung *fairness* dan *average user throughput* yang terjadi. Untuk mengetahui performansi setiap algoritma, dilakukan variasi terhadap jumlah *user* dalam cakupan *cell* dan variasi *pathloss threshold* dari setiap komponen *carrier*. Dari hasil ini akan dilakukan analisis terhadap algoritma *scheduling* PF dan UG-PF.

### 3.5 USER GROUPING

*User grouping* adalah cara mengelompokkan *user* ke beberapa kategori tertentu untuk memudahkan dilakukan *scheduling*. *User grouping* dilakukan berdasarkan *pathloss (PL)* yang dialami oleh *user*. Untuk kebutuhan *coverage*, maksimum *pathloss* pada sebuah *carrier* tidak boleh lebih dari *threshold*-nya ( $PL_{th}$ ). Karena perbedaan letak pada *user* maka *PL* yang dialami *user* untuk setiap *carrier* pun berbeda. Jadi untuk *user i grouping* dapat didefinisikan sesuai dengan *PL* pada setiap *carrier* seperti pada persamaan (3.2) [6].

$$\Omega_i = \{PL_i^k | PL_i^k \leq PL_{th}, 1 \leq k \leq L\}, 1 \leq i \leq N \quad (3.2)$$

Dimana  $PL_i^k$  adalah  $PL$  dari  $user$   $i$  di  $carrier$   $fk$ . Apabila jumlah elemen untuk group  $\Omega_i$  dinotasikan dengan  $N_i$ . Jika  $N_i = j$ , maka jumlah  $carrier$  yang bisa dijadwalkan pada  $user$   $i$  adalah  $j$ . Jadi  $user$  dapat dibagi menjadi beberapa grup sesuai dengan persamaan (3.3) [6].

$$M_j\{i|N_i = j, 1 \leq i \leq N\}, 1 \leq j \leq L \quad (3.3)$$

Pada model propagasi *Cost-231* Hata dengan berasumsi  $cell$  berada di daerah urban. Jadi  $PL_i^k$  dapat dihitung seperti pada persamaan (3.4) [6].

$$PL_i^k = C_1 + C_2 \text{Log } h_T - 13,83 \text{log} h_T - a(H_R) + [44,9 - 6,55 \text{log} h_T] \text{log} d_i + C_m \quad (3.4)$$

$d_i$  adalah jarak dari BS ke  $user$ , sehingga jari-jari cakupan dari  $carrier$   $fk$ , dinotasikan sebagai  $R_k$  dapat dihitung dengan persamaan (3.5) [6].

$$C_1 + C_2 \text{Log } h_T - 13,83 \text{log} h_T - a(H_R) + [44,9 - 6,55 \text{log} h_T] \text{log} R_k + C_m = PL_{th} \quad (3.5)$$

Berdasarkan kelompok  $carrier$  yang telah didefinisikan diatas (3.1) maka dapat diperoleh hasil seperti pada persamaan (3.6) [6].

$$R_1 > R_2 > \dots > R_L \quad (3.6)$$

### 3.6 ALGORITMA USER GROUPING PROPORTIONAL FAIR (UG-PF)

Sebelum dilakukan penjadwalan,  $user$  dikelompokkan berdasarkan persamaan (3.2) (3.3) (3.4) (3.5) dan (3.6). Kemudian matriks CSI dibagi menjadi 3 grup yaitu :

- a. Grup 1 yaitu grup  $user$  dalam yang bisa memakai  $carrier$  2300 Mhz, 1800 Mhz, dan 900 Mhz (3 komponen  $carrier$ )
- b. Grup 2 yaitu grup  $user$  dalam yang bisa memakai  $carrier$  1800 Mhz, dan 900 Mhz (2 komponen  $carrier$ )
- c. Grup 3 yaitu grup  $user$  dalam yang hanya bisa memakai  $carrier$  900 Mhz (1 komponen  $carrier$ )

Sedangkan untuk pembagian RB dari tiap  $carrier$   $fk$  kepada tiap group  $M_j$  dilakukan pembobotan sesuai perhitungan pada persamaan (3.10).

$$TM_j^k = N_j \cdot R_k \quad 3.10$$

Dimana  $N_j$  adalah jumlah anggota grup  $M_j$ , dan  $R_k$  adalah jari-jari batas cakupan  $carrier$   $fk$  sesuai persamaan (3.5). Karena jumlah RB tiap  $carrier$  adalah  $v$ ,

maka jumlah RB *carrier fk* pada yang dibagi ke masing-masing grup tidak boleh lebih dari  $v$ . Sehingga jumlah RB yang didapat grup  $M_j$  dari *carrier fk* dapat dihitung dengan persamaan (3.11) dan (3.12).

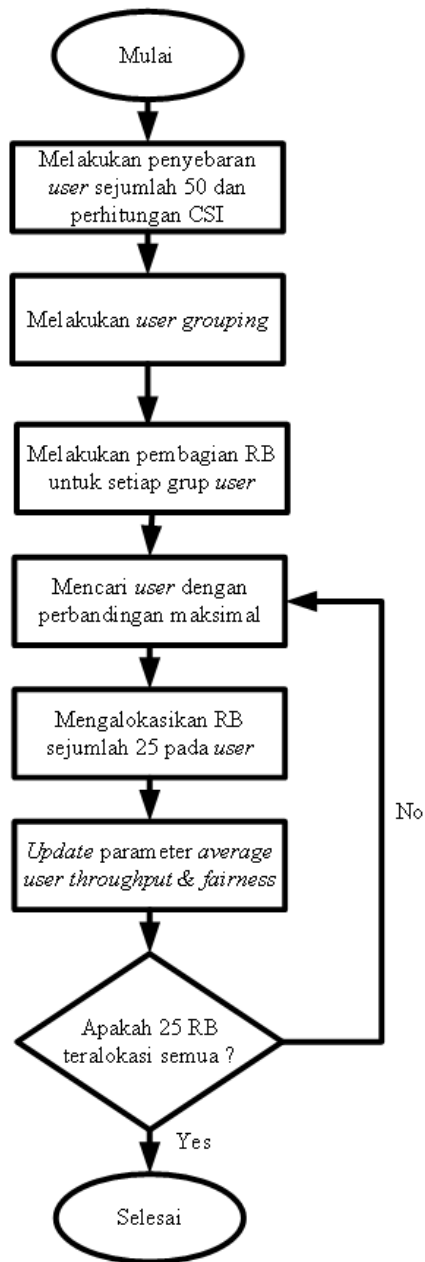
$$RM_j^k = \left[ \frac{TM_j^k}{\sum_{i=j}^L TM_j^k} \cdot v \right] \quad 3.11$$

$$\sum_{i=j}^L RM_j^k \leq v \quad 3.12$$

Maka jumlah RB yang didapat grup  $M_j$  dari semua *carrier* yang dapat digunakan seperti pada persamaan (3.13).

$$XM_j = \sum_{m=j}^L RM_j^k \quad 3.13$$

Keluaran dari proses ini adalah 3 matriks (1 matriks untuk setiap grup) dengan ukuran yang bervariasi sesuai dengan jumlah *user* dan jumlah RB untuk masing-masing grup. Setelah itu tiap-tiap matriks ini dilakukan algoritma PF secara independen. Berikut adalah *flowchart* algoritma UG-PF :



Gambar 3.2 Flowchart algoritma scheduling UG-PF

Berdasarkan Gambar 3.2 perancangan model simulasi digunakan untuk menentukan proses berjalannya simulasi pada *software* matlab dengan menggunakan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Langkah pertama yaitu melakukan proses penyebaran *user i* sejumlah 50 user akan di sebar di sekitar eNB dalam cakupan 1 *cell* yang nantinya akan mempengaruhi nilai *pathloss user* berdasarkan model propagasi yang digunakan. Selanjutnya

melakukan perhitungan CSI pada semua RB disemua *user*. CSI merupakan nilai dari daya terima yang di deteksi di *user*. CSI dibangkitkan di semua komponen *carrier* yaitu 900 Mhz, 1800 Mhz dan 2300 Mhz. Hasil perhitungan CSI digunakan dalam proses algoritma *scheduling* yang diuji.

2. Langkah kedua yaitu melakukan *user grouping* pada semua *user*. *User grouping* adalah cara mengelompokkan *user* ke beberapa kategori tertentu untuk memudahkan dilakukan *scheduling*. *User grouping* dilakukan berdasarkan *pathloss* yang dialami oleh *user*.
3. Langkah ketiga adalah melakukan pembagian RB sebanyak 25 RB untuk setiap pembagian kelompok *user* sebelum dilakukannya proses *scheduling*.
4. Langkah keempat adalah pada setiap *slot scheduling s*, RB *n* akan diberikan kepada *user i\** yang mempunyai perbandingan maksimal antara parameter kualitas sesaat (CSI atau *data rate*) dengan parameter kualitas rata-rata yang diterima.
5. Langkah kelima yaitu mengalokasikan RB pada *scheduling PF* pada setiap grup.
6. Langkah keenam yaitu mengecek perubahan parameter keluaran yaitu *fairness* dan *average throughput user*.
7. Langkah ketujuh mengecek apakah semua RB telah teralokasi kepada setiap *user*. Apabila belum maka akan kembali ke langkah ketiga.

### 3.7 PARAMETER ANALISIS

#### 3.7.1 *Fairness*

*Fairness* adalah keadilan pembagian *resource* yang seharusnya didapatkan pada masing-masing *user*. Untuk menghitung *Fainness* dapat menggunakan persamaan (3.17) [13].

$$f(x) = \frac{(\sum x)^2}{n(\sum x^2)} \quad (3.17)$$

dimana *n* adalah jumlah *user* dan *x* adalah *throughput user*.



### 3.7.2 Average User Throughput

*Average user throughput* merupakan pencapaian *throughput* rata-rata untuk satu *user* yang diiterasi sebanyak TTI sampel yang digunakan. Pada penelitian ini, perhitungan *average user throughput* dilakukan dengan persamaan (3.18) [13].

$$R_i = \sum_{n=1}^v \frac{B}{v} \log_2 \left( 1 + \frac{\gamma_{i,n}}{\beta} \right) \quad (3.18)$$

Dimana  $R_i$  adalah *user throughput* dalam satuan bps,  $B$  adalah *bandwidth* dari RB  $n$ .  $v$  adalah total jumlah RB.  $\gamma_i(n, s)$  adalah SNR *user* I di RB ke- $n$  di *timeslot*  $s$  (dB) dan  $\beta = -1,57 \ln(5P_{e,n})$  disebut SNR gap yaitu gap SNR yang dibutuhkan untuk mencapai kapasitas tertentu antara implementasi praktis dan hasil informasi teoritis.  $P_{e,n}$  adalah target *bit error rate* [13].